

PAT-NO: JP361014194A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61014194 A

TITLE: MAGNETRON SPUTTERING APPARATUS AND MANUFACTURE
OF COMPOUND SINGLE CRYSTAL FILM

PUBN-DATE: January 22, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUKAMI, TATSUO

TSUCHIYA, HIDETOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUKAMI TATSUO

TSUCHIYA HIDETOSHI

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP59132715

APPL-DATE: June 27, 1984

INT-CL (IPC): C30B023/00, C23C014/36

US-CL-CURRENT: 204/298.19

ABSTRACT:

PURPOSE: To accelerate the epitaxial growth of a compd. single crystal easily and precisely by controlling a specified control magnetic pole provided below the cathode of a magnetron sputtering apparatus when sputtering is carried out.

CONSTITUTION: A central magnetic pole 8 having N polarity consisting of a ferrite magnet 7 is arranged below a cathode 2 of a magnetron sputtering apparatus at the central part of the cathode 2, and a peripheral magnetic pole

10 having S polarity and consisting of a ferrite magnet 9 is arranged at the peripheral part. A control magnetic pole 13 obtained by winding by about 85C times coiled-coils 12 around a ring 11 made of soft iron respectively at the inside and the outside of the ring 11 in the opposite direction is arranged in the middle of both magnetic poles 8 and 9. An electric field is impressed between an anode 1 and the cathode 2, and a sputtering region is formed between the magnetic poles 8 and 13, when the polarity of the magnetic pole 13 is turned into the S pole. Consequently, the sputtering region is formed between the magnetic poles 13 and 10 when the magnetic pole 13 is turned into the N pole by changing the direction of the electric current. Meanwhile, material elements (e.g., Ga and As) are introduced from a gas introducing port, and timely order is given to the element to be sputtered by controlling the control magnetic pole 13 to promote the epitaxial growth. The titled crystal film is formed on a substrate 14 on the anode 2.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-14194

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)1月22日

C 30 B 23/00
C 23 C 14/366542-4G
7537-4K

審査請求 有 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 マグネトロンスパッタ装置及び化合物単結晶膜の製造方法

⑯ 特 願 昭59-132715

⑰ 出 願 昭59(1984)6月27日

⑱ 発 明 者	深 海	龍 夫	須坂市田の神23番5
⑲ 発 明 者	土 屋	英 俊	須坂市大字小山632番地
⑳ 出 願 人	深 海	龍 夫	須坂市田の神23番5
㉑ 出 願 人	土 屋	英 俊	須坂市大字小山632番地
㉒ 代 理 人	弁理士 稲木 次之	外1名	

明 細 書

1. 発明の名称

マグネトロンスパッタ装置及び化合物単結晶膜の製造方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 一对の陽極及び陰極と、陰極の中心部及び周辺部の下方に接して配置され陰極面に対してほぼ平行な磁界を発生させる磁極とを基本構成とするマグネトロンスパッタ装置において、前記陰極面下方に接して配置された中心磁極と周辺磁極の間に制御装置から供給される電流によって磁界を変える制御磁極を配置したことを特徴とするマグネトロンスパッタ装置。
- (2) 一对の陽極及び陰極との間に電界を印加し放電を生ぜしめ、かつ放電空間における電子の運動を制御する磁界を作用させると共に時間的に磁束分布を変化させる機能を持つ制御磁極を備えたマグネトロンスパッタ装置の陰極を二種以上の材料を複合させた構造とする工程と、スパッタリングの際に制御磁極を制御することに

よりスパッタされる元素の種類に時間的秩序を与えエピタキシャル成長を促進させる工程とからなる化合物単結晶膜の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、基板に薄膜を付着するマグネトロンスパッタ装置において、基板の表面に二種若しくはそれ以上の元素からなる化合物単結晶膜のエピタキシャル成長を促進させる装置及び化合物単結晶膜の製造方法に関するものである。

従来技術

従来のマグネトロンスパッタ装置としては、第7図に示されるように一对の陽極21及び陰極22と、陰極22の下方に接して配置され陰極22面に対してほぼ平行な磁界を発生させる磁石23とを基本構成として陽極21に基板24を設置し、陰極22にスパッタする物質25を配置して磁界の作用によって陰極22から放出される高速2次電子を閉じ込めるようにしたマグネトロンスパッタ装置(特開昭58-171569)が知られている。また付着させる元素

の種類に時間的秩序を与えてエピタキシャル成長を促進させる方法としてフィンランドのロヒヤ社による原子層エピタキシー（ALB）法がある。これは基本的には化学的熱分解法に属するものであり、バルブ操作により送り込む気体の種類を切り変えるというものである。

発明が解決しようとする問題点

かかる従来のマグネトロンスパッタ装置では、試料の温度が上昇しないとか、成膜速度が早いなどといった長所を有しているが、化合物単結晶膜のエピタキシャル成長を促進させるには充分でないといった欠点があった。また原子層エピタキシー法によるエピタキシャル成長の促進には機械的搬送を必要とするために精度面に問題があり信頼性が低いといった欠点があった。

そこで本発明は、このような従来技術の欠点に鑑みなされたもので、従来の利点を保持しつつ磁束分布を制御する装置を用いて化合物単結晶膜のエピタキシャル成長を促進させることができる信頼性の高い装置を提供することを目的とする。

類に時間的秩序を与えエピタキシャル成長を促進させる工程とからなる。

作用

本発明にかかる装置では、陰極から高速二次電子が放出される、しかし陰極面上の磁界の作用によって陰極面に垂直な磁力線が高速二次電子の側方逸出を妨げる壁の役割を演じ、一方陰極面に平行な磁力線が高速二次電子の陽極側逸出を妨げる天井の役割を果たす。その結果磁力線が陰極面と平行となる位置で陰極が激しくスパッタされるようになる。そして制御磁極に流れる電流を変化させると制御磁極の磁界が変化するために陰極面上の磁束分布が変化しスパッタされる領域が変化する。従って基板上に、化合物単結晶膜が形成される。

実施例

本発明を第1図乃至第5図に示された実施例に従って本発明を詳細に説明する。

第1図において1は陽極であり、2は陰極であり、陽極1と陰極2との間に、ガス導入口3及び

また、前記装置を用いて化合物単結晶膜のエピタキシャル成長を簡単にかつ精度良く促進させる製造方法を提供することを目的とする。

問題を解決するための具体的手段

即ち本発明は、一対の陽極及び陰極と、陰極の中心部及び周辺部の下方に接して配置され陰極面に対してほぼ平行な磁界を発生させる磁石とを基本構成とするマグネトロンスパッタ装置において、前記陰極面下方に接して配置された中心磁極と周辺磁極の間に制御装置から供給される電流によって磁界を変えるコイル磁石等の制御磁極を配置したことを特徴とする。

また化合物単結晶膜の製造方法は、一対の陽極及び陰極との間に電界を印加し放電を生ぜしめ、かつ放電空間における電子の運動を制御する磁界を作用させると共に時間的に磁束分布を変化させる機能を持つ制御磁極を備えたマグネトロンスパッタ装置の陰極を二種以上の材料を複合させた構造とする工程と、スパッタリングの際に制御磁極を制御することによりスパッタされる元素の種

別気口4を有する円筒5によって外気と仕切られたスパッタ室6が、構成されている。陰極2の下方には中心部にフェライト磁石7からなるN極の中心磁極8が配置され、周辺部に同じくフェライト磁石9よりなるS極の周辺磁極10が配置されている。そしてこれら中心磁極8と周辺磁極10の間には中心磁極8と同心円上に軟鉄製リンク11の内外側にそれぞれ850回コイル12を逆方向に巻いた制御磁極13が配置されている。尚14は基板である。

従って、陽極1及び陰極2間に電界を印加し、さらに制御磁極13をS極としたときには第2図aのように磁界が働きスパッタ領域は、第3図aのように中心磁極8と制御磁極13との中間に形成される。また電流の流れを変えて制御磁極13をN極としたときには、磁界は第2図bのように働きスパッタ領域は、第3図bのように制御磁極13と周辺磁極10との中間に形成される。

故に第4図に示されるような波形の電流を流し、制御磁極13の極性を周期的に切り変えるとす

ると、陰極2面上のスバック領域は、それに対応して制御磁極13の内側になったり、外側になったりする。

また、化合物単結晶膜の成長機構に関する最近の研究によれば、これらのエピタキシャル成長には表面反応が強く関与していることが知られている。例えば適当な温度に加熱された基板上にGaAsが気相成長によりエピタキシャル成長させる場合についての研究によれば、GaとAsのみが表面に留まり、過剰なAsは再蒸発することによって化学量論的な組成の薄膜が形成されることが判った。

従って付着させる元素に時間的秩序を与え、Gaの単原子層形成後、Asを供給して単原子層を形成し、かかる工程を繰り返すような薄膜成長法を適用すれば、容易に化学量論的な組成の高品質な化合物単結晶を得ることができるわけである。

そこで第5図のようにA及びBの異なる元素からなる円板を複合させて陰極を構成し、本発明の制御磁極13を有するマグネトロンスバック装置においてスバックするときの動作について考える

チタン(Ti)、Cをジルコニウム(Zr)のように複合配置した陰極2をやはり酸素を含む雰囲気中でスバックすればチタン・ジルコン酸鉛のエピタキシャル成長膜が得られる。

ここで陰極を構成する材料は金属のような導体のみならず、絶縁体もまた使用することができる。一般に絶縁体を直流でスバックしようとするとき帯電現象のため放電を維持することができないが、電源として高周波を用いることによって回避することができる。放電に及ぼす磁界の効果はかかる場合においても基本的には直流の場合と同一であるから、前述の考え方はそのまま適用することができる。

尚これまで図において説明してきたマグネトロンスバック装置は平板状の陰極を有する所謂平板マグネトロンスバック装置に属するものであるが、これは説明の便宜状の理由によるものであってこれに限定されるものではない。例えば円筒状の陰極を用いた円筒型マグネトロンスバック装置も広く用いられているが、このような場合にも陰

と。(但しAとBとの境界は、制御磁極13に対応する位置にあるものとする。)

制御磁極13の極性をS極に変えると制御磁極13の内側がスバックされ、N極に変えると制御磁極13の外側がスバックされるため、それに応じてAなる元素がスバックされたり、Bなる元素がスバックされたりする。このように制御磁極13のコイル12に第4図に示すような一定波形の電流を流せば、全く機械的操作を伴わない電気的手段によって基板14に到達する元素の種類に時間的秩序を与えることができるのである。

このような制御方式によって得られる化合物単結晶膜は、二元素間化合物にとどまらず、例えばAをチタン(Ti)、Bを鉛(Pb)とし、これを酸素を含む雰囲気中でスバックすればTiO₂とPbOとが単原子層ずつ交互に積み重ねることもできる。

これはペロブスカイト構造を有する強誘電体として知られるチタン酸鉛(PbTiO₃)の〈100〉方向へのエピタキシャル成長にほかならない。

また、第6図に示すようにAを鉛(Pb)、Bを

極の複合構成と磁束分布の制御によって優れた化合物単結晶膜が得られることは論を俟たない。

効果

以上述べたように本発明にかかる装置は、従来の装置に比較して制御磁極を用いた為に磁束分布の変化が容易であるとともに電気的手段によって磁極が切り変わるのて装置の信頼性が高く、ひいては本発明にかかる装置を利用することによって化合物単結晶膜のエピタキシャル成長を促進させることができる。また本発明の方法によればスバック法によるために基板に到達する粒子のエネルギーが大きいので膜の品質が優秀なものを得ることができる。

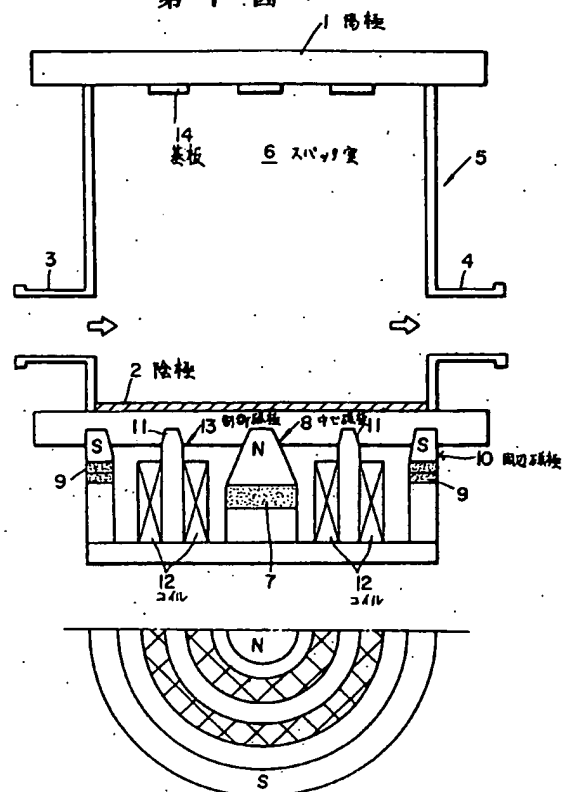
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかるマグネトロンスバック装置の断面図、第2図a及びbは本発明にかかる装置の電界及び磁界の状態を示す説明図、第3図a及びbは装置のスバックされる領域を示す説明図、第4図はコイルに流す電流の波形を示す波形図、第5図及び第6図は陰極の元素の複合構成

状態を示す正面図、第7図は従来技術を示す概略図である。

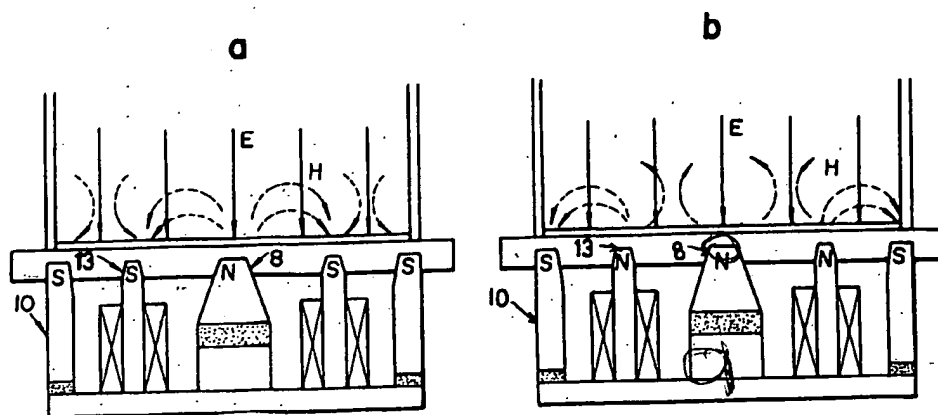
- | | |
|--------------|------------|
| 1 ---陽極 | 2 ---陰極 |
| 3 ---ガス導入口 | 4 ---排気口 |
| 5 ---円筒 | 6 ---スパッタ室 |
| 7 ---フェライト磁石 | 8 ---中心磁極 |
| 9 ---フェライト磁石 | 10 ---周辺磁極 |
| 11 ---軟鉄製リンク | 12 ---コイル |
| 13 ---制御磁極 | 14 ---基板 |

第1図

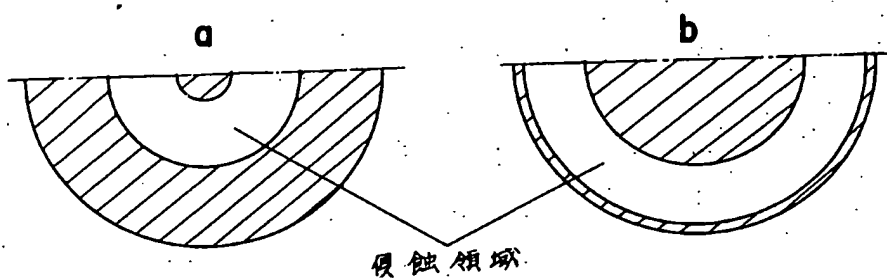


特許出願人 深 南 鶴 夫
 特許出願人 土 屋 英 俊
 代理人弁理士 綿 木 次 之
 代理人弁理士 押 本 榮 彦

第2図

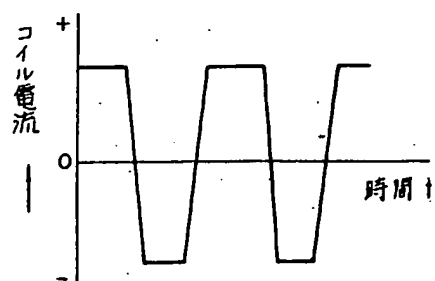


第3図

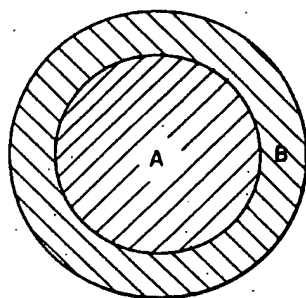


侵蝕領域

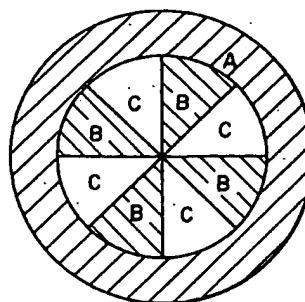
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

